

PCT/PTO 18 JAN 2005  
10/521844

PCT/KR 03/01412

RO/KR 22. 08. 2003

REC'D 03 SEP 2003

WIPO

PCT



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0050486  
Application Number

출원년월일 : 2002년 08월 26일  
Date of Application AUG 26, 2002

출원인 : 황인관  
Applicant(s) HWANG, IN KWAN

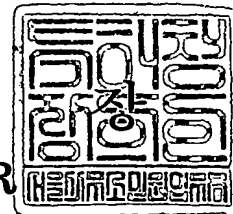
**PRIORITY DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH  
RULE 17.1(a) OR (b)



2003 년 08 월 14 일

특 허 청

COMMISSIONER



**【서류명】** 특허출원서  
**【권리구분】** 특허  
**【수신처】** 특허청장  
**【제출일자】** 2002.08.26  
**【발명의 명칭】** 통신시스템의 성능을 개선시키는 간섭 제거 방법  
**【발명의 영문명칭】** Interference Cancellation Method for Performance Improvement of Communication Systems  
**【출원인】**  
**【성명】** 황인관  
**【출원인코드】** 4-1995-092808-4  
**【대리인】**  
**【명칭】** 특허법인 신성  
**【대리인코드】** 9-2000-100004-8  
**【지정된변리사】** 변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박정후  
**【발명자】**  
**【성명의 국문표기】** 황인관  
**【성명의 영문표기】** HWANG, In Kwan  
**【주민등록번호】** 551009-1477923  
**【우편번호】** 305-729  
**【주소】** 대전광역시 유성구 전민동 청구나래아파트 107-1304  
**【국적】** KR  
**【취지】** 특허법 제42조의 규정에 의하여 위와 같이 출원합니다. 대리인 특허법인 신성 (인)  
**【수수료】**  
**【기본출원료】** 20 면 29,000 원  
**【가산출원료】** 22 면 22,000 원  
**【우선권주장료】** 0 건 0 원  
**【심사청구료】** 0 항 0 원  
**【합계】** 51,000 원  
**【감면사유】** 개인 (70%감면)  
**【감면후 수수료】** 15,300 원  
**【첨부서류】** 1. 요약서·명세서(도면)\_1통 2. 위임장 1통

**【요약서】****【요약】****1. 청구범위에 기재된 발명이 속한 기술분야**

다양한 잡음 환경 하에서의 고속 DS-CDMA 이동통신 시스템에서도 수신기의 성능을 개선하고 채널 용량을 증대 시키기 위하여 레이크 수신기 및 복호기와 결합하여 다중 사용자간 간섭 및 다중경로간섭을 제거하는 방법과 레이크 수신기의 정규화 시킨 출력신호를 메모리를 사용하여 저장함으로써 회로의 복잡도를 최소화하기 위한 방법에 관한 것임.

**2. 발명이 해결하고자 하는 기술적 과제**

상향 또는 하향링크의 성능열화 요인인 다중 사용자 간섭 및 다중경로 간섭을 제거하여 다양한 잡음 환경 하에서의 고속 DS-CDMA 이동통신 시스템에서도 향상된 성능과 증대된 채널용량을 보장하여 통신시스템의 성능을 개선시키는 간섭 제거 방법을 제공함.

**3. 발명의 해결 방법의 요지**

본 발명은 레이크수신기에 유입되는 모든 간섭신호를 수학적으로 정확히 산출하고 레이크 수신기내의 채널예측기의 출력신호를 이용하여 간섭신호를 생성하여 이를 레이크 수신기의 각 펄서 또는 출력단, 또는 정합필터의 출력단에서 제거하는 제1단계를 포함할 수 있음.

**4. 발명의 중요한 용도**

이동통신 시스템에 이용됨.

1020020050486

출력 일자: 2003/8/19

【대표도】

도 1

【색인어】

이동통신 시스템, 레이크 수신기, 간섭신호, 수신신호

**【명세서】****【발명의 명칭】**

통신시스템의 성능을 개선시키는 간섭 제거 방법{Interference Cancellation Method for Performance Improvement of Communication Systems}

**【도면의 간단한 설명】**

도1은 본 발명이 적용되는, multi-user, multi-rate 채널을 포함하는 하향 링크에서 인터리버, 부호기, 레이크 수신기, 및 정합필터와 결합시킨 간섭제거기를 이용하여 fading의 영향과 다중 경로 간섭을 제거하는 방법을 전체적으로 설명하기 위한, 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 DS-CDMA 시스템의 하향링크에 대한 전체적인 구성도,

도2는 다수의 사용자들이 multi-rate 및 multi-service 채널을 사용하고 있는 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 BPSK DS-CDMA 시스템의 순방향 채널에 대한 본 발명에 따른 다중경로간섭 제거 방법을 상세히 설명하기 위한, 사용자수와 multi-service 채널 수를 단순화한 다중경로 fading 및 백색잡음 환경하의 하향 링크의 송신단에 관한 구성도,

도3은 사용자수와 multi-rate 채널 수를 단순화한 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 BPSK DS-CDMA 시스템의 순방향 채널에 대한 본 발명에 따른 다중경로간섭 제거 방법을 상세히 설명하기 위한 순방향 링크 수신단에서의 다단 간섭제거기에 관한 구성도,

도4는 Rayleigh fading에 대한 시변 요인으로 인하여 사용자 신호간의 직교성이 손상됨을 방지하기 위하여 기존의 레이크 수신기의 출력신호를 정규화시키기 위한, 레이

크 수신기 내의 채널예측기의 출력, 즉 탭 이득 및 정합필터의 관계를 설명하기 위한 구성도,

도5는 본 발명이 적용되는 기존 레이크 수신기에서 다중경로간섭을 제거하기 위하여 사용되는 다중경로간섭 재생기기와 디인터리버, 복호기, 부호화기, 인터리버, 정합필터 및 연판정기와의 관계를 설명하기 위한, 다단 간섭제거기 중의  $i$ 번째 단의 간섭제거기에 관한 상세 구성도,

도6은 본 발명을 간단한 회로로 구현할 수 있도록 하기 위하여 도5를 변형시킨 레이크 수신기의 출력단에서 간섭 신호를 제거하기 위한 간섭제거기의 상세 구성도,

도7은 도6의 변형된 간섭제거기의 다단계 기능을 회로의 복잡도를 감소시키고 실시간으로 구현할 수 있도록 하기 위한 방법을 설명하기 위한 상세 구성도,

도8은 multi-user, multi-rate 채널을 포함하는 상향 링크에서 인터리버, 부호기, 레이크 수신기, 및 정합필터와 결합시킨 간섭제거기를 이용하여 fading의 영향과 다중사용자간섭 및 다중 경로 간섭을 제거하는 방법을 전체적으로 설명하기 위한, 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 DS-CDMA 시스템의 상향링크에 대한 전체적인 구성도,

도9는 다수의 사용자들이 multi-rate 및 multi-service 채널을 사용하고 있는 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 BPSK DS-CDMA 시스템의 역방향 채널에 대한 본 발명에 따른 다중사용자간섭 및 다중경로간섭 제거 방법을 상세히 설명하기 위한, 사용자수와 multi-service 채널 수를 단순화한 다중경로 fading 및 백색잡음 환경하의 상향 링크의 송신단에 관한 구성도,

도10은 사용자수와 multi-rate 채널 수를 단순화한 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 BPSK DS-CDMA 시스템의 역방향 채널에 대한 본 발명에 따른 다중사용자간섭 및 다중경로간섭 제거 방법을 상세히 설명하기 위한 상향 링크 수신단에서의 다단 간섭제거기에 관한 구성도,

도11은 상향링크에서 Rayleigh fading에 대한 시변 요인으로 인하여 사용자 신호간의 직교성이 손상됨을 방지하기 위하여 기존의 레이크 수신기의 출력신호를 정규화시키기 위한, 레이크 수신기 내의 채널예측기의 출력, 즉 탭 이득 및 정합필터의 관계를 설명하기 위한 구성도,

도12는 상향링크의 기존 레이크 수신기 출력단에서 다중사용자간섭 및 다중경로간섭을 제거하기 위하여 사용되는 다중경로간섭 재생기기와 디인터리버, 복호기, 부호화기, 인터리버, 정합필터 및 연판정기와의 관계를 설명하기 위한, 다단 간섭제거기 중의  $i$ 번째 단의 간섭제거기에 관한 상세 구성도,

도13은 상향링크의 간섭제거기의 다단계 기능을 회로의 복잡도를 감소시키고 실시간으로 구현할 수 있도록 하기 위한 방법을 설명하기 위한 상세 구성도,

도14는 상향링크의 정합필터 출력단에서 다중사용자간섭 및 다중경로간섭을 제거하기 위하여 사용되는 다중경로간섭 재생기기와 디인터리버, 복호기, 부호화기, 인터리버, 정합필터, 및 연판정기와의 관계를 설명하기 위한, 다단 간섭제거기 중의  $i$ 번째 단의 간섭제거기에 관한 상세 구성도,

도15는 상향링크를 예로하여 도13의 간섭제거기에 소요되는 메모리의 크기를 보다 적게 그리고 기존의 상용시스템의 구조 변화를 최소화하면서 실시간으로 구현할 수 있도록 하기 위한 방법을 설명하기 위한 상세 구성도,

도16는 참조번호 52의 간섭재생 알고리즘에 관한 도면,

도17는 참조번호 62 및 76의 간섭재생 알고리즘에 관한 도면,

도18은 참조번호 122 및 138의 간섭재생 알고리즘에 관한 도면,

도19는 참조번호 142 및 152의 간섭재생 알고리즘에 관한 도면,

도20은 기존의 기술로서 다단계 Parallel Interference Canceller 중  $i$ 번째 단계에 관한 도면,

도21은 참조번호202의 간섭재생 알고리즘에 관한 도면이다.

#### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<22> 본 발명은 주파수 선택성 fading을 포함하는 다양한 잡음 환경 하에 있는 고속 multi-rate DS-CDMA이동통신 시스템의 수신 성능을 개선하고 채널 용량을 증대 시키기 위한, 레이크 수신기, 연판정기 및 복호기와 결합된 다중사용자간 간섭(Multiple Access Interference) 및 다중경로간섭(Multi-path Interference)을 제거하는 방법과 레이크 수신기의 정규화 시킨 출력신호를 메모리를 사용하여 저장함으로써 회로의 복잡도를 최소화하기 위한 방법에 관한 것이다.

- <23> 특히, 본 발명은 하향링크 특유의 전송경로 특성, 즉 모든 하향링크 채널들의 신호가 동일한 전송경로를 통하여 수신되는 특성과, 채널을 구별하기 위하여 사용되는 Walsh Code는 고전력 채널의 경우 일정 개수의 특정 code만이 사용되는 특성을 이용하고, 그리고 레이크 수신기 출력신호를 정규화 시킴으로써, 레이크 수신기의 출력단 또는 정합필터의 출력단에서 하향링크의 성능열화 요인으로서 다중경로 간섭을 보다 쉽게 제거할 수 있도록 하는 방법에 관한 것이다.
- <24> DS-CDMA 시스템의 하향링크의 성능 개선 및 이를 통한 채널 용량의 증대를 위한 연구는, 무선 인터넷의 고속 데이터 수신에 따른 기술 수요에 따라 상향링크보다 그 중요성이 매우 증대되어 국제적으로 많은 연구가 현재 진행되고 있다.
- <25> 상향링크의 경우에는 Multi-user Detection기술이 연구되어 왔으며 그 중에서도 도20 및 도21과 같은 Parallel Interference Canceller(PIC)가 가장 실용화 가능한 것으로 일반적으로 알려져 왔으나 회로의 복잡도 및 구현상의 어려움으로 인하여 상용화에 이르지 못하고 있는 실정이다.
- <26> PIC의 회로 복잡도 및 구현상의 어려움은 재생된 간섭신호를 실시간으로 수신신호로부터 레이크 수신기의 입력단에서 감산하는 처리과정을 거치기 때문에 성능개선을 위하여 개선된 구조의 추가채택이 곤란하여지고 그로 인하여 채널상태가 열악한 고속데이터 채널의 경우 성능개선효과가 미미한 한계를 갖게 된다.
- <27> 하향링크의 성능을 개선하기 위해서는 다중 경로 페이딩의 영향으로 인하여 유입되는 간섭을 제거하여 사용자 확산신호 간의 직교성이 유지되도록 하여야 하며, 또한 상향링크에서와 마찬가지로 타 사용자들의 확산신호정보를 이용하면 다중사용자간섭 및 경로

간 간섭 신호제거할 수가 있을 것이나 이러한 사용자 정보의 부재로 인하여 성능 개선을 위한 효율적인 수신기 의 설계가 용이하지 않게 된다.

<28> 따라서, 고속의 데이터 전송이 가능토록 하기 위하여 시공간 다이버시티 기술에 대한 연구가 이루어지고 있으며, 단순한 백색잡음채널의 경우 효율적인 것으로 입증되고 있으나 실질적인 주파수 선택성 다중 경로 채널의 경우에는 아직 상용화 가능한 기술들이 발표되지 못하고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<29> 상기와 같은 기존의 기술들이 갖는 문제점들을 해결하기 위하여 안출된 본 발명은, 상향 또는 하향링크의 성능열화 요인인 다중 사용자 간섭 및 다중경로 간섭을 제거하여 주파수 선택성 fading을 포함하는 다양한 잡음 환경 하에서의 multimedia service를 지원하기 위한 multi-rate 채널을 사용하는 고속 DS-CDMA 이동통신 시스템에서도 향상된 성능과 증대된 채널용량을 보장하여 통신시스템의 성능을 개선시키는 간섭 제거 방법을 제공함에 그 목적이 있다.

<30> 본 발명이 속한 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 명세서의 도면, 발명의 상세한 설명 및 특허청구범위로부터 본 발명의 다른 목적 및 장점을 쉽게 인식할 수 있다.

## 【발명의 구성 및 작용】

- <31> 상기의 목적을 달성하기 위한 본 발명은 레이크수신기에 유입되는 모든 간섭신호를 수학적으로 정확히 산출하고 레이크 수신기내의 채널예측기의 출력신호를 이용하여 간섭신호를 생성하여 이를 레이크수신기의 각 핑거 또는 출력단, 또는 정합필터의 출력단에서 제거하는 제1단계를 포함할 수 있다.
- <32> 바람직하게는, 모든 하향링크 채널들의 신호가 동일한 전송경로를 통하여 수신되는 특성과, 채널을 구별하기 위하여 사용되는 Walsh Code는 고전력 채널의 경우 일정개수의 특정 code만이 사용되는 특성을, 레이크수신기와 결합 적용하여 다중경로 간섭을 제거하는 제2단계를 포함할 수 있다.
- <33> 바람직하게는, 레이크 수신기의 출력신호의 시변요인으로 인하여 사용자간 신호의 직교성의 손상됨을 개선하기 위하여 레이크 수신기의 출력신호를 정규화하는 제3단계를 포함할 수 있다.
- <34> 바람직하게는, 사용자 채널의 Walsh code와 scrambling code를 적용하여 역확산시킨 후 정합필터 및 경판정기 또는 연판정기를 이용하여 데이터를 검출하는 제4단계를 포함할 수 있다.
- <35> 바람직하게는, 하향링크의 경우 고전력 사용자 채널의 Walsh code와 scrambling code를 적용하여 역확산시킨 후 정합필터 및 경판정기 또는 연판정기를 이용하여 데이터를 검출하는 제5단계를 포함할 수 있다.
- <36> 바람직하게는, 정합필터의 출력신호를 디인터리빙 및 디코딩하여 채널오류를 정정하고, 이를 다시 부호화 및 인터리빙하는 제6단계를 포함할 수 있다.

- <37> 바람직하게는, 인터리빙된 사용자 채널의 데이터 정보에 Walsh code와 scrambling code를 적용하여 확산시킨 후 성능을개선하기 위하여 레이크 수신기의 각 핑거 또는 출력단, 또는 정합필터의 출력단 에 포함되는 다중사용자 간섭 및 다중경로간섭을 생성하는 제7단계를 포함할 수 있다.
- <38> 바람직하게는, 하향링크의 경우, 인터리빙된 고전력 사용자 채널의 데이터 정보에 Walsh code와 scrambling code를 적용하여 확산시킨 후 성능을개선하기 위하여 레이크 수신기의 각 핑거 또는 출력단, 또는 정합필터의 출력단 에 포함되는 다중경로간섭을 생성하는 제8단계를 포함할 수 있다.
- <39> 바람직하게는, 레이크 수신기에 유입된 간섭을 레이크수신기의 각 핑거 또는 출력단, 또는 정합필터의 출력단에서 제거하는 제9단계를 포함할 수 있다.
- <40> 바람직하게는, 성능을 보다 향상 시키기 위하여,상향링크의 경우 1, 3, 4, 6, 7 및 9단계, 하향링크의 경우에는 1, 2, 3, 4, 5, 6 ,7 8및 9단계를 반복하여 적용하는 다단 구조로서 간섭신호를 보다 정확히 제거하는 제10단계를 포함할 수 있다.
- <41> 바람직하게는, 회로의 복잡도 및 구현상의 용이성을 위하여 디인터리빙,디코딩, 부호화, 인터리빙의 과정을 제외한 1,3,4,7및 9단계, 하향링크의 경우에는 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8및 9단계를 반복하여 적용하는 다단 구조로서 간섭신호를 보다 정확히 제거하는 제11단계를 포함할 수 있다.
- <42> 그리고 바람직하게는, 간섭제거기의 최종단에서 디인터리빙 및 디코딩하여 자기 사용자 신호를 검출하는 제12단계를 포함할 수 있다.

- <43> 바람직하게는, 상기의 각 단계를 회로로 변환구조로써 간단히 구현하기 위하여 레이크 수신기의 정규화된 출력신호 또는 정합필터 출력신호를 메모리에 저장하는 제13단계를 포함할 수 있다.
- <44> 바람직하게는 위 단계를 수행하는 회로가 변환구조로 구현될 수 있다.
- <45> 상기의 안출된 각 방법은 동기식 및 비동기식의 모든 BPSK 방식의 DS-CDMA 시스템과 OCQPSK를 포함한 모든 QPSK 방식의 DS-CDMA 시스템을 비롯하여 OFDM, 및 OFDM-CDMA 시스템의 상향 및 하향 링크를 적용 대상으로 한다.
- <46> 본 발명에 따르면, 레이크 수신기의 출력신호를 정규화 시킴으로써 주파수 선택성 Fading에 의해서도 채널확산 code의 직교성이 손상되지 않도록 하고 출력신호를 메모리에 저장하여 실시간 처리상에 발생하는 복잡한 문제점들을 해결함으로써, 레이크 수신기의 최대비 결합(maximum ratio combining)의 장점, 연판정기 및 채널 복호기의 이용하여 다단계구조의 간섭제거를 가능하여 성능을 획기적인 개선할 수 있도록 하고 또한 반복 변환 구조를 채택할 수 있도록 하여 회로의 복잡도를 획기적으로 최소화할 수 있다.
- <47> 특히 하향링크의 경우에는, 하향링크 특유의 전송경로 특성, 즉 모든 하향링크 채널들의 신호가 동일한 전송경로를 통하여 수신되는 특성과, 채널을 구별하기 위하여 사용되는 Walsh Code가 고전력 채널의 경우 일정 개수의 특정 code만이 사용되는 특성을 이용하여 회로의 복잡도가 개선되고 그 구현도 용이하다.
- <48> 상술한 목적, 특징 및 장점들은 첨부된 도면과 관련한 다음의 상세한 설명을 통하여 분명해 질 것이다. 우선 각 도면의 구성요소들에 참조번호를 부가함에 있어서, 동일한 구성 요소들에 한해서는 비록 다른 도면상에 표시되더라도 가능한 한 동일한 번호를

가지도록 하고 있음에 유의하여야 한다. 또한, 본 발명을 설명함에 있어서, 관련된 공지 기술에 대한 구체적인 설명이 본 발명의 요지를 불필요하게 흐릴 수 있다고 판단되는 경우 그 상세한 설명을 생략한다. 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 바람직한 실시예를 상세히 설명한다.

<49> 도1은 다수의 사용자들이 multi-rate service 채널을 사용하고 있는 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 DS-CDMA 시스템의 순방향 링크에서, 레이크 수신기와 결합시킨 간섭제거기를 이용하여 주파수 선택성 fading의 영향과 다중 경로 간섭을 제거하는 방법을 설명하기 위한, 기저대역등가채널모델로서, 부호기, 인터리버, 레이크 수신기, 정합필터, 간섭제거기, 디인터리버, 복호기, 등에 관한 전체적인 구성도이다.

<50> 일반적으로 K명의 사용자들이 사용하는 각각의 단말기에는 데이터의 전송속도가 다른 multi-rate 서비스를 지원하는 여러 개, 즉  $m_k$  개의 채널이 사용되고 있으며, 이들 각 채널에서는 부호기 및 인터리버를 거친 데이터 정보에 이들 채널을 구별하기 위하여 데이터의 전송속도에 따라 spreading factor가 4 ~ 512인 OVSF(Orthogonal Variable Spreading Factor) 확산부호  $W_{kl}(t)$ 가 곱하여져 사용되는 것으로 가정한다. 채널의 출력 신호들은 합하여져 다시 기저국을 구별하는데 사용되는 scrambling code  $S(t)$ 가 곱하여져 송신되는 것으로 가정한다.

<51> 기저국에서 송신되는 신호들은 단말기까지의 전송경로에 따라 주파수 선택성 fading의 영향을 받으며 또한 백색잡음이 부가되어 수신된다. 일반적으로 단말기에서는 수신된 동기 및 비동기 DS-CDMA 신호들의 주파수 선택성 fading의 영향을 개선하고 신호 대잡음비를 최대화하기 위하여 레이크 수신기가 사용되나, 본 발명에서는 이를 일부 변형시킨 '레이크 수신기'를 사용한다. 레이크 수신기' 출력신호  $x_0(t)$ 를  $W$

$k_l(t)$   $S(t)$ 에 정합시켜 spreading factor  $R_{kl}$ 에 따른  $R_{kl}T_c$  시간동안 적분하여  $y_{kl}$ 을 출력한다.

<52> 일반적으로 단말기에서는 타 사용자들의 확산부호  $W_{kl}(t)$ 에 대한 정보를 가지고 있지 않으나 고출력의 고속 데이터 채널에 의해 사용되는 OVSF 확산부호는 그 종류가 정해져 있기 때문에 저 출력의 저속 데이터채널에 대한 사용자 정보는 무시하고 고출력의 고속 데이터 채널에 대한 확산부호에 따른 정합필터를 사용한다.

<53> 간섭제거기는 정합필터의 출력신호, 레이크수신기'의 지연된 입력신호를 이용하여 다중경로 간섭을 제거하며, 최종적으로 디인터리버, 복호기를 이용하여 자기 사용자 채널의 데이터를 검출한다.

<54> 도2는 다수의 사용자들이 multi-rate service 채널을 사용하고 있는 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 BPSK DS-CDMA 시스템의 순방향 채널에 대한 본 발명에 따른 다중경로 간섭 제거방법을 상세히 설명하기 위하여, 사용자수와 multi-rate 채널 수를 단순화한 순방향 링크의 송신단의 구성도로서, 3명의 사용자들이 사용하는 각각의 단말기에는 데이터의 전송속도가 다양한 1개, 2개 및 1개의 채널이 사용되고 있음을 가정하고 있으며, 이들 각 채널에서는 이들 채널을 구별하기 위하여 데이터의 전송속도에 따라 spreading factor가 4 ~ 512인 OVFS 확산부호  $W_k(t)$ 이 사용되는 것으로 가정한다.

<55> 여기서 user 2'은 편의상 user 3로 표시한다. 각 사용자들의 채널은 다시 기지국을 구별하는 하는데 사용되는 scrambling code  $S(t)$ 가 곱하여져 송신된다.

<56> 각 기지국에서 송신되는 신호들은 단말기까지의 전송경로에 따라 참조번호 22와 같이 주파수 선택성 fading의 영향을 받으며 또한 백색잡음이 부가되어 수신된다.

<57> 도20은 기존의 기술로서 다단계 Parallel Interference Canceller 중  $i$ 번째 단계에 관한 것으로서 레이크 수신기의 입력단에서 간섭을 제거하고 있고 있으며, 그로 인하여 모든 신호처리가 실시간에 지연시간 동기가 이루어져야 하며, 성능개선이 고속 데이터 채널의 경우 미미한 단점을 갖는다. 도21은 참조번호202의 간섭재생 알고리즘에 관한 것으로서 간섭재생 알고리즘이 레이크 수신기에 포함되어 있는 자기 신호의 다중경로 간섭을 정확하게 처리하지 않고 있다.

<58> 도3은 사용자수와 multi-rate 채널 수를 단순화한 도2에 따른 레이크 수신기 및 정합필터와 결합시킨 다단 간섭제거기를 이용한 다중경로 간섭 제거기 방법을 설명하기 위한 수신단에 대한 상세 구성도로서, 각 단계의 간섭제거기는 고풍력의 고속 데이터 채널을 가정한 확산부호 및 확산이득에 따른 정합필터의 출력신호  $y_i(t)$ 와 레이크 수신기의 지연된 입력신호 및 채널 예측기의 출력정보 즉  $r_i(t), \{A_j, a_i(t), b_i(t), c_i(t), j=1 \sim 4, i=1 \sim N\}$ 를 입력으로 사용하여 다중경로 간섭을 제거하며, 최종적으로 디인터리버, 복호기를 이용하여 자기 사용자 채널의 데이터를 검출한다.

<59> 이때  $r_i(t), \{A_j, a_i(t), b_i(t), c_i(t), j=1 \sim 4, i=1 \sim N\}$ 는 간섭제거기  $i$ 번째 단계에서의  $j$ 번째 사용자에게 대한 처리지연시간을 고려하여 동기를 맞춘 신호를 의미한다.

<60> 도4는 Rayleigh fading에 대한 시변 요인으로 인하여 사용자 신호간의 직교성이 손상됨을 방지하기 위하여, 기존의 레이크 수신기의 출력신호, 레이크 수신기 내의 채널에

측기의 출력, 즉 탭 이득, 채널별 수신신호 세기 및 정합필터의 관계를 설명하기 위한 구성도로서 참조번호 13과 참조번호 14에 대응된다.

<61> 참조번호 40은  $h(t)=a(t)\delta(t)+b(t-3)\delta(t-3)+c(t-5)\delta(t-5)$ 의 3-다중 경로 페이딩 채널을 가정하였을 경우의 기존의 레이크 수신기를 의미하며, 참조번호 41은 Rayleigh fading에 대한 시변 영향을 개선하기 위하여, 각 핑거의 탭 이득을 이용하여 참조번호 43과 같이 출력신호를 정규화시키는 변형된 레이크수신기를 의미한다.

<62> 참조번호 44의  $R_j, W_{ij}(t), S_i(t)$ 는  $i$  번째단의  $j$  번째 사용자 채널의 확산이득, 확산부호, scrambling code를 의미한다.

<63> 도5는 참조번호 34에 해당하는  $i$  번째 단의 간섭제거기를 의미한다. 참조번호 51은 디인터리버, 복호기, 부호기, 인터리버의 기능을 순차적으로 수행하며, 참조번호 52는 레이크 수신기내에 유입되는 다중경로 간섭을 계산하여 출력하며, 레이크 수신기의 각 핑거에서 이를 이용하여 다중경로 간섭을 제거 시킨다.

<64> 참조번호 53은 참조번호 51및 참조번호 52의 처리지연시간을 고려하여 동기를 맞추기 위한 지연회로를 나타내며, 참조번호 54는 다음 단에서 요구되는 입력신호를 출력하는 정합필터를 의미한다. 참조번호 55는 연판정기로서 Hyperbolic Tangent 함수가 가장 바람직하나 경판정기를 포함한 변형된 연판정기도 사용 가능하며, 단 연판정기의 기울기는 다단구조에서 최종단에 이르기까지 증가된 기울기를 갖도록 할 경우 최적의 성능을 갖게 된다.

<65> 도6은 본 발명을 간단한 회로로 구현할 수 있도록 하기 위하여 도5를 변형시킨 간섭제거기의 상세 구성도로서, 변형된 레이크 수신기의 출력단에서 간섭이 제거될 수 있

도록 하였다. 여기서  $\bar{a}(t)$ ,  $\bar{b}(t)$ ,  $\bar{c}(t)$ ,  $\bar{A}$ 는 레이크 수신기내의 채널예측기의 심벌 레벨 출력신호를 의미한다.

<66> 도7은 도6의 변형된 간섭제거기의 다단계 기능을 회로의 복잡도를 감소시키고 실시안으로 구현할 수 있도록 하기 위한 방법을 설명하기 위한 상세 구성도로서, 참조번호 71은 신호처리를 위하여 시간동기를 맞추기 위한 지연회로, 참조번호 72는 레이크 수신기의 출력신호를 수신하여 저장하는 메모리, 참조번호 73은 참조번호 76의 다중경로간섭을 참조번호 72의 출력 신호로부터 간섭을 제거하여 새로이 저장하는 메모리, 참조번호 74는 정합필터, 연판정기, 디인터리버, 보호기, 부호기, 인터리버, 및 확산기를 의미하며, 연판정기의 기울기는 단계수  $i$ 에 따라 증가된 기울기를 갖도록 제어한다. 참조번호 751는 역확산 및 확산에 필요한 사용자정보를 저장하는 메모리, 참조번호 752는 채널예측기의 출력으로서 사용자별 수신신호세기를 저장하는 메모리, 참조번호 76은 다중경로 간섭을 예측 및 생성시키는 간섭 재생기, 참조번호 77은 채널예측기의 출력으로서 다중 경로채널 이득을 심벌 레벨로 저장하는 메모리를 의미한다.

<67> 전체적인 구성은 단말기의 신호처리 방식에 따라 레이크 수신기 출력신호를 저장하고, 이들 데이터를 빠른 클럭 신호를 기반으로 하여 참조번호 74 및 76에서 소요되는 구성회로를 반복적으로 사용하는 재환(Recursive)구조를 채택함으로써 회로의 복잡도를 획기적으로 간단히 할 수 있도록 한 것이다.

<68> 도8은 다수의 사용자들이 multi-rate service 채널을 사용하고 있는 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 DS-CDMA 시스템의 역방향 링크에서, 레이크 수신기와 결합시킨 간섭제거기를 이용하여 주파수 선택성 fading의 영향과 다중사용자간섭 및 다중 경로 간섭

을 제거하는 방법을 설명하기 위한, 기저대역등가채널모델로서, 부호기, 인터리버, 레이크 수신기, 정합필터, 간섭제거기, 디인터리버, 복호기, 등에 관한 전체적인 구성도이다.

<69> 일반적으로 K명의 사용자들이 사용하는 각각의 단말기에는 데이터의 전송속도가 다른 multi-rate 서비스를 지원하는 여러 개, 즉  $m_k$  개의 채널이 사용되고 있으며, 이들 각 채널에서는 부호기 및 인터리버를 거친 데이터 정보에 이들 채널을 구별하기 위하여 데이터의 전송속도에 따라 spreading factor가 4 ~ 512인 OVSF (Orthogonal Variable Spreading Factor) 확산부호  $W_{kl}(t)$ 가 곱하여져 사용되는 것으로 가정한다. 채널의 출력 신호들은 합하여져 다시 단말기를 구별하는데 사용되는 scrambling code  $S_i(t)$ 가 곱하여져 송신되는 것으로 가정한다.

<70> 단말기에서 송신되는 신호들은 기지국까지의 전송경로에 따라 주파수 선택성 fading의 영향을 받으며 또한 백색잡음이 부가되어 수신된다. 일반적으로 단말기에서는 수신된 동기 및 비동기 DS-CDMA 신호들의 주파수 선택성 fading의 영향을 개선하고 신호 대 잡음비를 최대화하기 위하여 레이크 수신기가 사용되나, 본 발명에서는 이를 일부 변형시킨 "레이크수신기"를 사용한다. 레이크수신기' 출력신호  $x_o(t)$ 를  $W_{kl}(t)$  S(t)에 정합시켜 spreading factor  $R_M$ 에 따른  $R_M T_c$  시간동안 적분하여  $y_{kl}$ 을 출력한다.

<71> 일반적으로 기지국에서는 타 사용자들의 확산부호  $W_{kl}(t)$  및 scrambling code 정보  $S_i(t)$ 에 따른 정합필터를 사용한다.

- <72> 간섭제거기는 정합필터의 출력신호, 레이크수신기'의 지연된 입력신호를 이용하여 다중사용자간섭 및 다중경로 간섭을 제거하며, 최종적으로 디인터리버, 복호기를 이용하여 자기 사용자 채널의 데이터를 검출한다.
- <73> 도9는 다수의 사용자들이 multi-rate service 채널을 사용하고 있는 일반적인 모든 동기식 및 비동기식 BPSK DS-CDMA 시스템의 역방향 채널에 대한 본 발명에 따른 다중사용자간섭 및 다중경로 간섭 제거방법을 상세히 설명하기 위하여, 사용자수와 multi-rate 채널 수를 단순화한 역방향 링크의 송신단의 구성도로서, 3명의 사용자들이 사용하는 각각의 단말기에는 데이터의 전송속도가 다양한 1개, 2개 및 1개의 채널이 사용되고 있음을 가정하고 있으며, 이들 각 채널에서는 이들 채널을 구별하기 위하여 데이터의 전송속도에 따라 spreading factor가 4 ~ 512인 OVSF 확산부호  $W_k(t)$ 이 사용되는 것으로 가정한다. 여기서 user 2'은 편의상 user 3로 표시한다. 각 사용자들의 채널은 다시 단말기를 구별하는 하는데 사용되는 scrambling code  $S_i(t)$ 가 곱하여져 송신된다.
- <74> 각 기지국에서 송신되는 신호들은 단말기까지의 전송경로에 따라 참조번호 91과 같이 주파수 선택성 fading의 영향을 받으며 또한 백색잡음이 부가되어 수신된다.
- <75> 도10은 사용자수와 multi-rate 채널 수를 단순화한 도9에 따른 레이크 수신기 및 정합필터와 결합시킨 다단 간섭제거기를 이용한 다중사용자간섭 및 다중경로 간섭 제거 방법을 설명하기 위한 수신단에 대한 상세 구성도로서, 각 단의 간섭제거기는 각 사용자들의 확산부호 및 확산이득에 따른 정합필터의 출력신호  $y_j(t)$ 와 레이크 수신기의 지연된 입력신호 및 채널 예측기의 출력정보  $r_{ij}(t)$ ,  $\{A_j, a_{ij}(t), b_{ij}(t), c_{ij}(t), j = 1 \sim 4, i = 1 \sim N\}$ 를 입력으로 사용한다.

- <76> 간섭제거기는 정합필터의 출력신호, 레이크수신기'의 지연된 입력신호를 이용하여 다중사용자간섭 및 다중경로 간섭을 제거하며, 최종적으로 디인터리버, 복호기를 이용하여 자기 사용자 채널의 데이터를 검출한다.
- <77> 이때  $r_{ij}(t), \{A_j, a_{ij}(t), b_{ij}(t), c_{ij}(t), j = 1 \sim 4, i = 1 \sim N\}$ 는 간섭제거기  $i$  번째 단에서의  $j$  번째 사용자에게 대한 처리지연시간을 고려하여 동기를 맞춘 신호를 의미한다
- <78> 도11은 Rayleigh fading에 대한 시변 요인으로 인하여 사용자 신호간의 직교성이 손상됨을 방지하기 위하여, 기존의 레이크 수신기의 출력신호, 레이크 수신기 내의 채널 예측기의 출력, 즉 탭 이득, 채널별 수신신호 세기 및 정합필터의 관계를 설명하기 위한 구성도로서 참조번호 82와 참조번호 83에 대응된다.
- <79> 참조번호 112는 기존의 레이크 수신기를 의미하며, 참조번호 111은 Rayleigh fading에 대한 시변 영향을 개선하기 위하여, 각 평거의 탭 이득을 이용하여 참조번호 113과 같이 출력신호를 정규화시키는 변형된 레이크 수신기를 의미한다.
- <80> 참조번호 114의  $R_j, W_{ij}(t), S_{ij}(t)$ 는  $i$  번째단의  $j$  번째 사용자 채널의 확산이득, 확산부호, scrambling code를 의미한다.
- <81> 도12는 참조번호 104에 해당하는  $i$  번째 단의 간섭제거기를 의미한다. 참조번호 121은 디인터리버, 복호기, 부호기, 인터리버의 기능을 순차적으로 수행하며, 참조번호 122는 레이크 수신 내에 유입되는 다중경로 간섭을 계산하여 출력하며, 레이크 수신기 출력단에서 이를 이용하여 다중사용자간섭 및 다중경로 간섭을 제거 시킨다.

- <82> 참조번호 123는 참조번호 121및 참조번호 122의 처리지연시간을 고려하여 동기를 맞추기 위한 지연회로를 나타내며, 참조번호 124는 다음 단에서 요구되는 입력신호를 출력하는 정합필터를 의미한다.
- <83> 참조번호 125는 연판정기로서 Hyperbolic Tangent 함수가 가장 바람직하나 경판정기를 포함한 변형된 연판정기도 사용 가능하며, 단 연판정기의 기울기는 다단구조에서 최종단에 이르기까지 증가된 기울기를 갖도록 할 경우 최적의 성능을 갖게 된다.
- <84> 여기서  $\bar{a}(t)$ ,  $\bar{b}(t)$ ,  $\bar{c}(t)$ ,  $\bar{A}$ 는레이크 수신기내의 채널예측기의 심벌 레벨 출력신호를 의미한다.
- <85> 도13은 도12의 간섭제거기의 다단계 기능을 회로의 복잡도를 감소시키고 실시간으로 구현할 수 있도록 하기 위한 방법을 설명하기 위한 상세 구성도로서, 참조번호 131은 신호처리를 위하여 시간동기를 맞추기 위한 지연회로, 참조번호 132는 레이크 수신기의 출력신호를 수신하여 저장하는 메모리, 참조번호 133은 참조번호 138의 다중경로간섭을 참조번호 132의 수신신호로부터 간섭을 제거하여 새로이 저장하는 메모리, 참조번호 134는 정합필터, 연판정기, 디인터리버, 보호기, 부호기, 인터리버 및 확산기를 의미하며, 연판정기의 기울기는 단계수  $i$ 에 따라 증가된 기울기를 갖도록 제어한다. 참조번호 1351은 역확산 및 확산에 필요한 사용자정보를 저장하는 메모리, 참조번호 1352는 채널예측기의 출력으로서 사용자별 수신신호세기를 저장하는 메모리, 참조번호 136은 간섭제거기의 제환 연산이 종료된 후  $j$  번째 사용자의 검출된 데이터 정보, 참조번호 137은 다중 사용자간섭 및 다중경로간섭을 예측 및 생성시키는 간섭재생기, 참조번호 138은 채널예측기의 출력으로서 다중경로채널 이득을 심벌 레벨로 저장하는 메모리를 의미한다.

- <86> 전체적인 구성은 단말기의 신호처리 방식에 따라 레이크 수신기 출력신호를 저장하고, 이들 데이터를 빠른 클럭 신호를 기반으로 하여 참조번호 133, 134, 137에서 소요되는 구성회로를 반복적으로 사용하는 재환(Recursive) 구조를 채택함으로써 회로의 복잡도를 획기적으로 간단히 할 수 있도록 한 것이다.
- <87> 도14는 참조번호 104에 해당하는  $i$ 번째 단의 간섭제거기를 의미하는 것으로서 정합필터의 출력단에서 간섭신호를 제거하기 위한 구성도이다.
- <88> 참조번호 141은 디인터리버, 복호기, 부호기, 인터리버의 기능을 순차적으로 수행하며, 참조번호 142는 정합필터의 출력단에 유입되는 다중경로 간섭을 계산하여 출력하며, 정합필터 출력단에서 이를 이용하여 다중사용자간섭 및 다중경로 간섭을 제거시킨다.
- <89> 참조번호 143는 참조번호 141및 참조번호 142의 처리지연시간을 고려하여 동기를 맞추기 위한 지연회로를 나타내며, 참조번호 144는 다음 단에서 요구되는 입력신호를 출력하는 정합필터를 의미한다.
- <90> 참조번호 145는 연판정기로서 Hyperbolic Tangent 함수가 가장 바람직하나 경판정기를 포함한 변형된 연판정기도 사용 가능하며, 단 연판정기의 기울기는 다단구조에서 최종단에 이르기까지 증가된 기울기를 갖도록 할 경우 최적의 성능을 갖게 된다.
- <91> 여기서  $\overline{a}_j(n), \overline{b}_j(n), \overline{c}_j(n), \overline{A}_j$ 는 레이크 수신기내의 채널예측기의 심볼레벨 출력신호를 의미한다.
- <92> 도15는 도14의 간섭제거기의 다단계 기능을 회로의 크기를 작게 그리고 실시간으로 구현할 수 있도록 하기 위한 방법을 설명하기 위한 상세 구성도로서, 참조번호 151은 신호처

리를 위하여 시간동기를 맞추기 위한 지연회로, 참조번호 152는 정합필터의 출력신호를 심볼단위로 수신하여 저장하는 메모리, 참조번호 153은 참조번호 158의 다중경로간섭을 참조번호 152의 저장된 정합필터 출력신호로부터 간섭을 제거하여 새로이 저장하는 메모리, 참조번호 154는 연판정기, 디인터리버, 보호기, 부호기, 인터리버, 및 확산기를 의미하며, 연판정기의 기울기는 단계수  $i$ 에 따라 증가된 기울기를 갖도록 제어한다.

<93> 참조번호 1551는 역확산 및 확산에 필요한 사용자정보를 저장하는 메모리, 참조번호 1552는 채널예측기의 출력으로서 사용자별 수신신호세기를 저장하는 메모리, 참조번호 156은 간섭제거기의 궤환연산이 종료된후 번째 사용자의 검출된 데이터 정보, 참조번호 157은 다중사용자간섭 및 다중경로간섭을 예측 및 생성시키는 간섭재생기 참조번호 158은 채널예측기의 출력으로서 다중경로채널 이득을 심볼레벨로 저장하는 메모리를 의미한다.

<94> 전체적인 구성은 단말기의 신호처리 방식에 따라 정합필터의 출력신호를 저장하고, 이들 데이터를 보다 빠른 클럭신호를 기반으로 하여 참조번호 153, 154, 158에서 소요되는 구성회로들을 반복적으로 사용하는 궤환(Recursive)구조를 채택함으로써 회로의 복잡도를 획기적으로 간단히 할 수 있도록 한 것이다.

<95> 도16, 도17, 도18 및 도19는 간섭재생기에서 사용되는 간섭예측 알고리즘을 나타내고 있다.

<96> 알고리즘에 사용되고 있는 수식은 다음과 같이 정의되어 사용하고 있으며, 또한 시간  $t$ 는 편의상 심볼구간을, 즉  $t \in \{0, R, T, \dots\}$  기준으로 표현하였다.

&lt;97&gt;

$$\Pi\left(\frac{t}{T}\right) \equiv \begin{cases} 1, & \text{for } -\frac{1}{2}T < t \leq \frac{1}{2}T \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

<98> 상술한 바와 같은 본 발명의 방법은 프로그램으로 구현되어 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체(시디롬, 램, 롬, 플로피 디스크, 하드 디스크, 광자기 디스크 등)에 저장될 수 있다.

<99> 이상에서 설명한 본 발명은 전술한 실시예 및 첨부된 도면에 의해 한정되는 것이 아니고, 본 발명의 기술적 사상을 벗어나지 않는 범위 내에서 여러 가지 치환, 변형 및 변경이 가능하다는 것이 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 있어 명백하다 할 것이다.

#### 【발명의 효과】

<100> 상기와 같은 본 발명은, 이동통신시스템의 수신기에서 다단 간섭제거기를 이용하여 간섭을 제거 함으로써, 주파수 선택성 fading을 포함하는 다양한 잡음 환경 하에서의 multimedia service를 지원하기 위한 multi-rate 채널을 사용하는 고속의 DS-CDMA 이동통신 시스템에서도 향상된 성능과 증대된 채널용량이 보장될 수 있도록 하고 하향링크의 전력제어를 용이하게 할 수 있도록 한다.

<101> 또한 DS-CDMA 시스템의 채널용량을 획기적으로 증대 시키고자 연구되어지고 있는 다수의 송신안테나를 사용하는 시공간 다이버시티 기술에 쉽게 접목 가능하며, 이는 제3

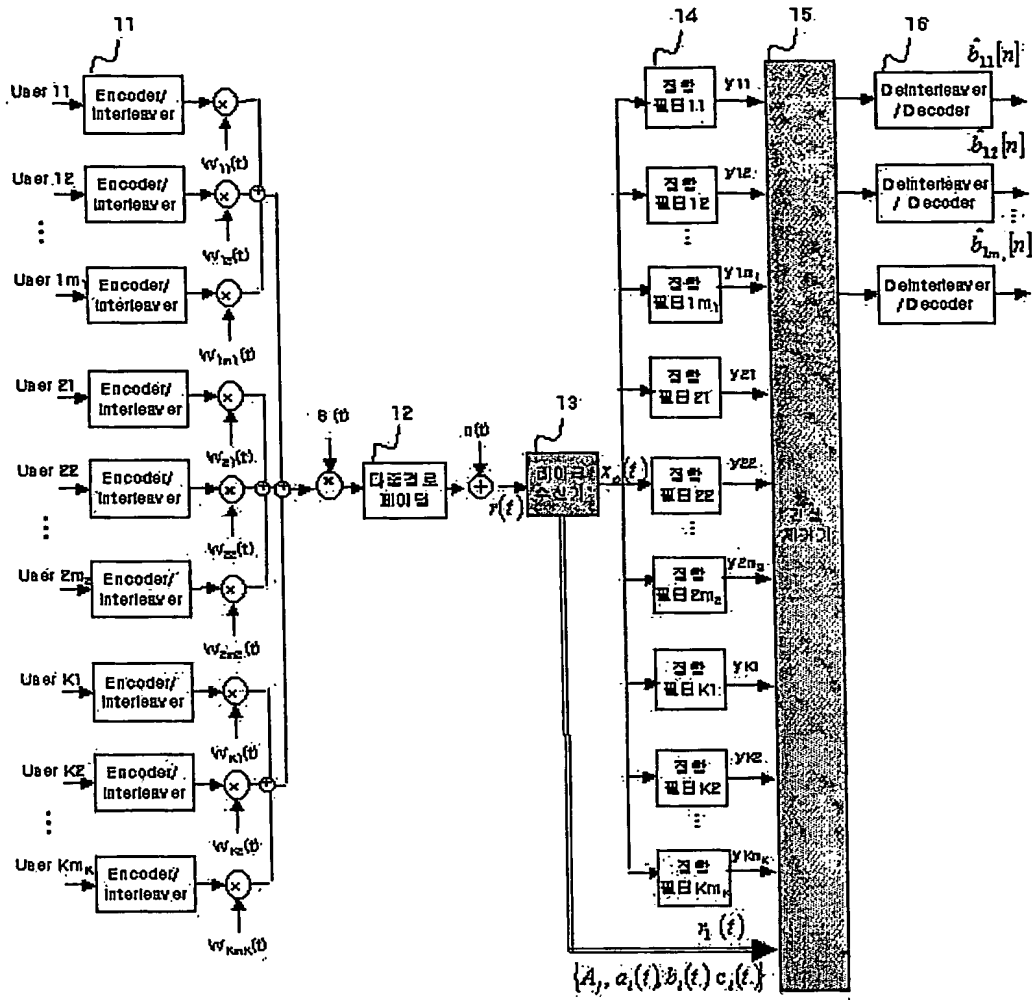
또는 4세대 이동통신 시스템의 고속 데이터 전송을 위한 채널 용량 문제를 근본적으로 해결할 수 있도록 한다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

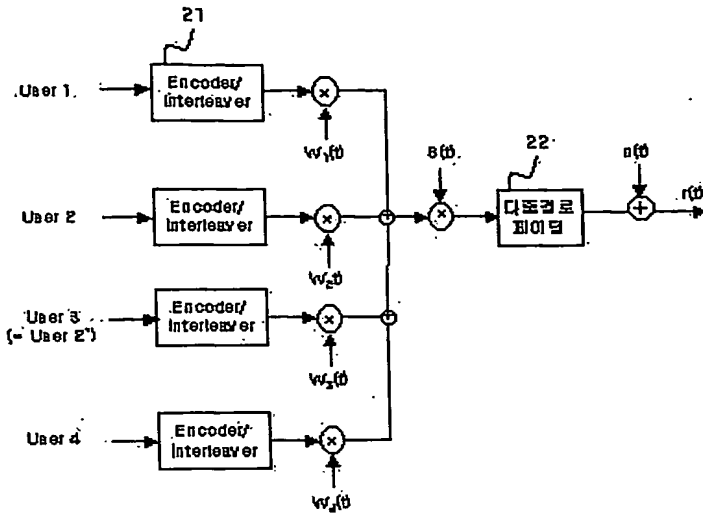
상향 또는 하향링크의 성능열화 요인인 다중 사용자 간섭 및 다중경로 간섭을 제거하여 주파수 선택성 fading을 포함하는 다양한 잡음 환경 하에서의 multimedia service를 지원하기 위한 multi-rate 채널을 사용하는 고속 DS-CDMA 이동통신 시스템에서도 향상된 성능과 증대된 채널용량을 보장하여 통신시스템의 성능을 개선시키는 간섭 제거 방법.

【도면】

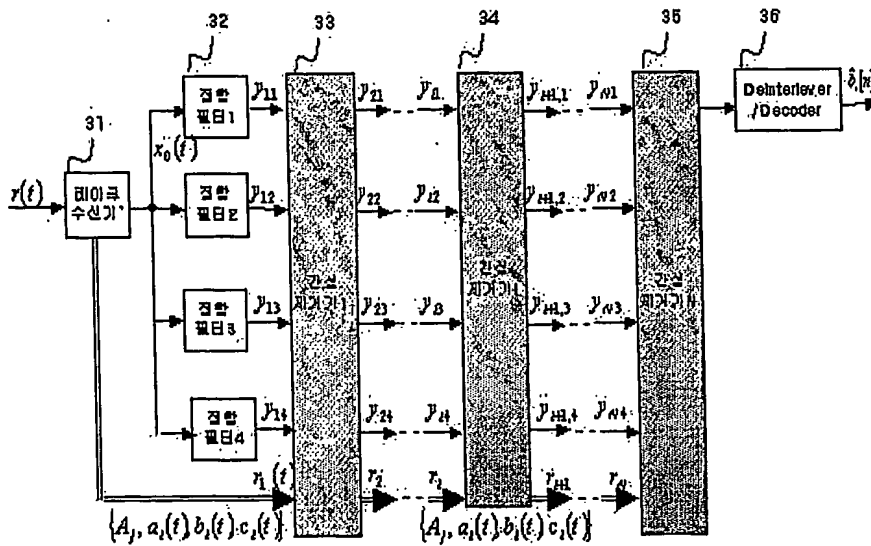
【도 1】



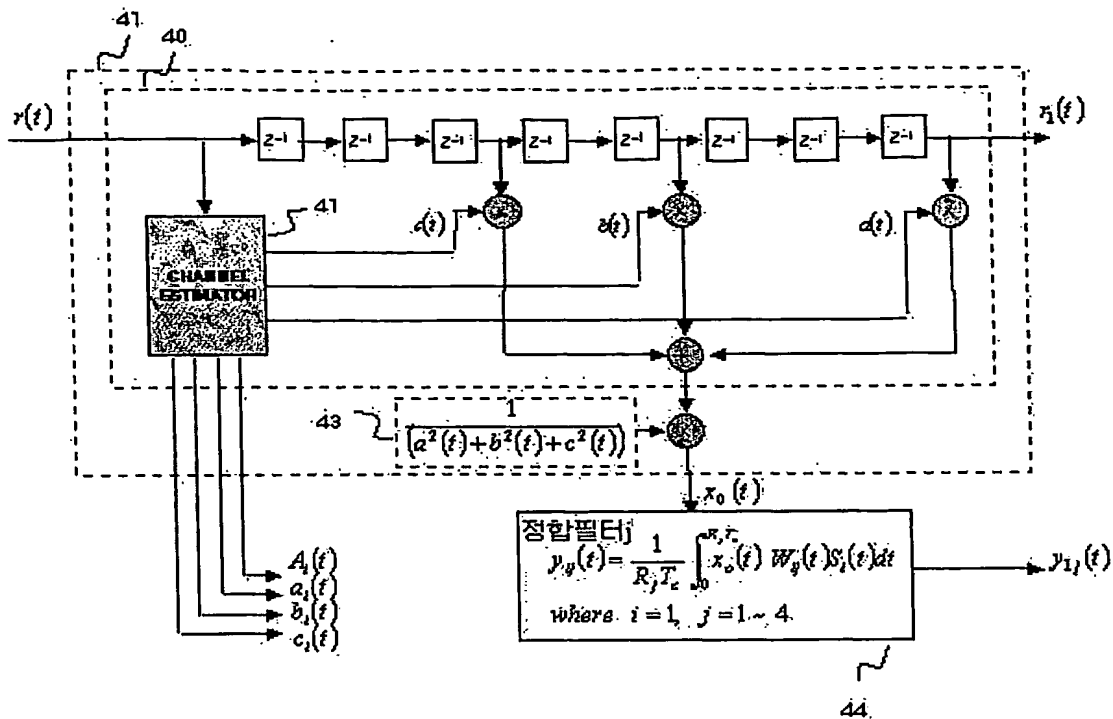
【도 2】



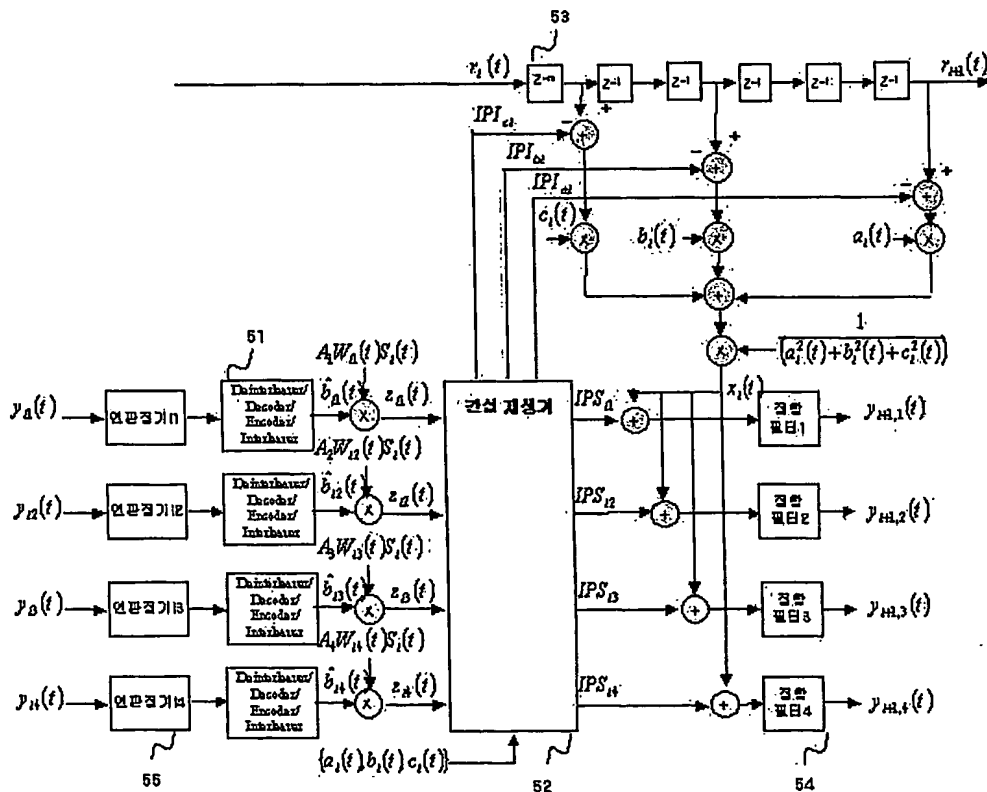
【도 3】



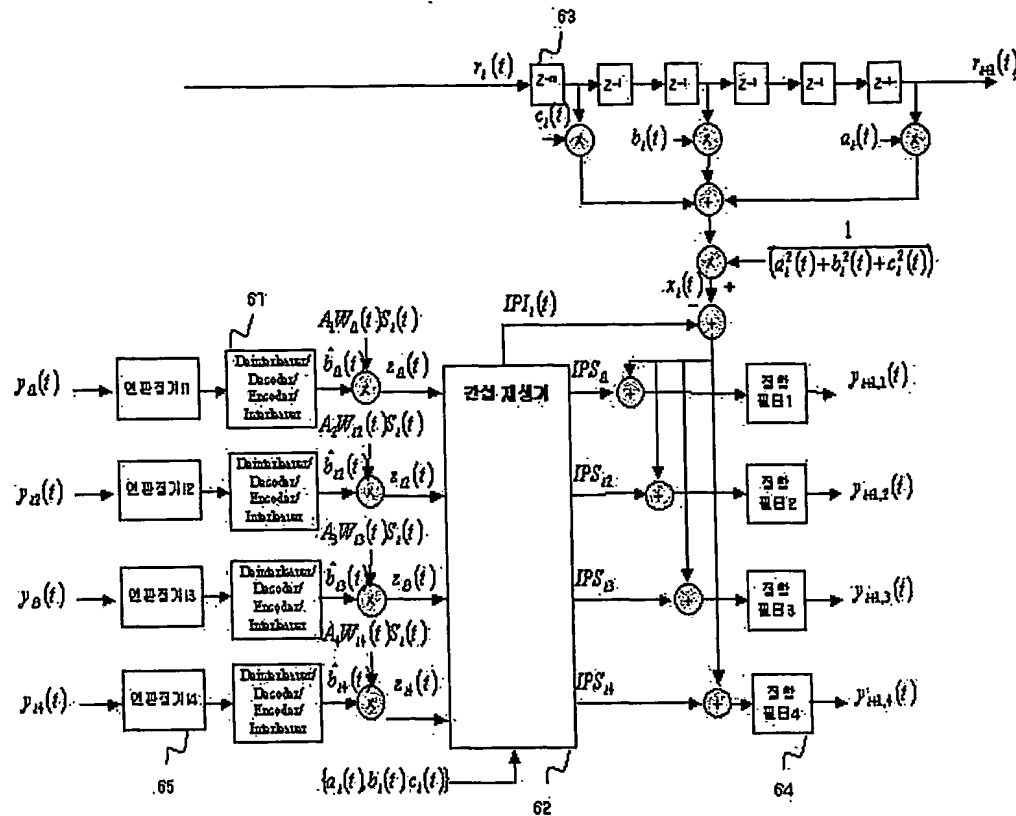
【도 4】



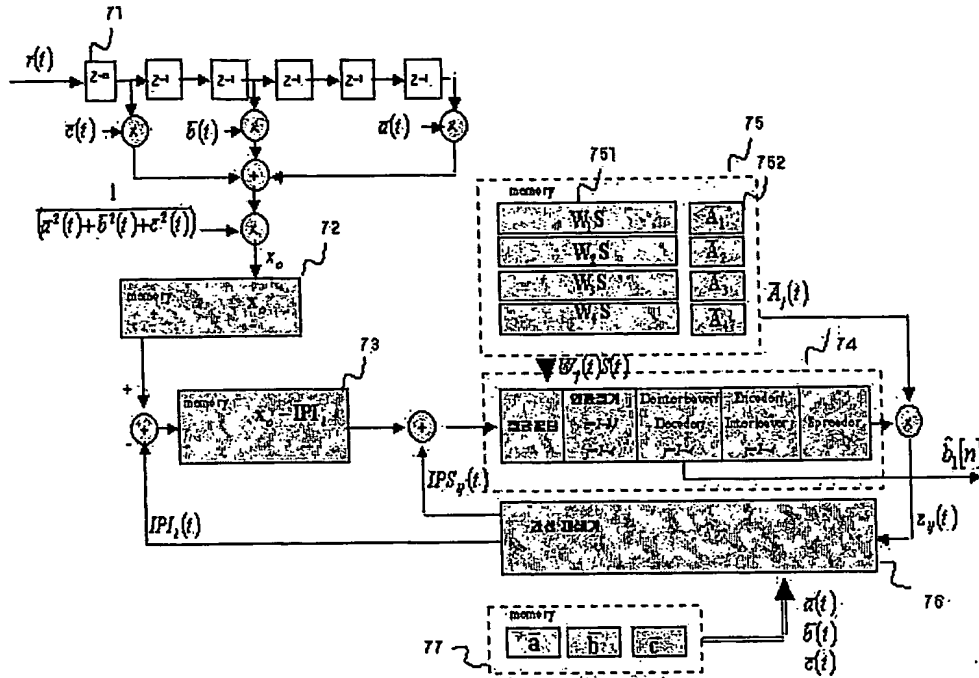
【도 5】



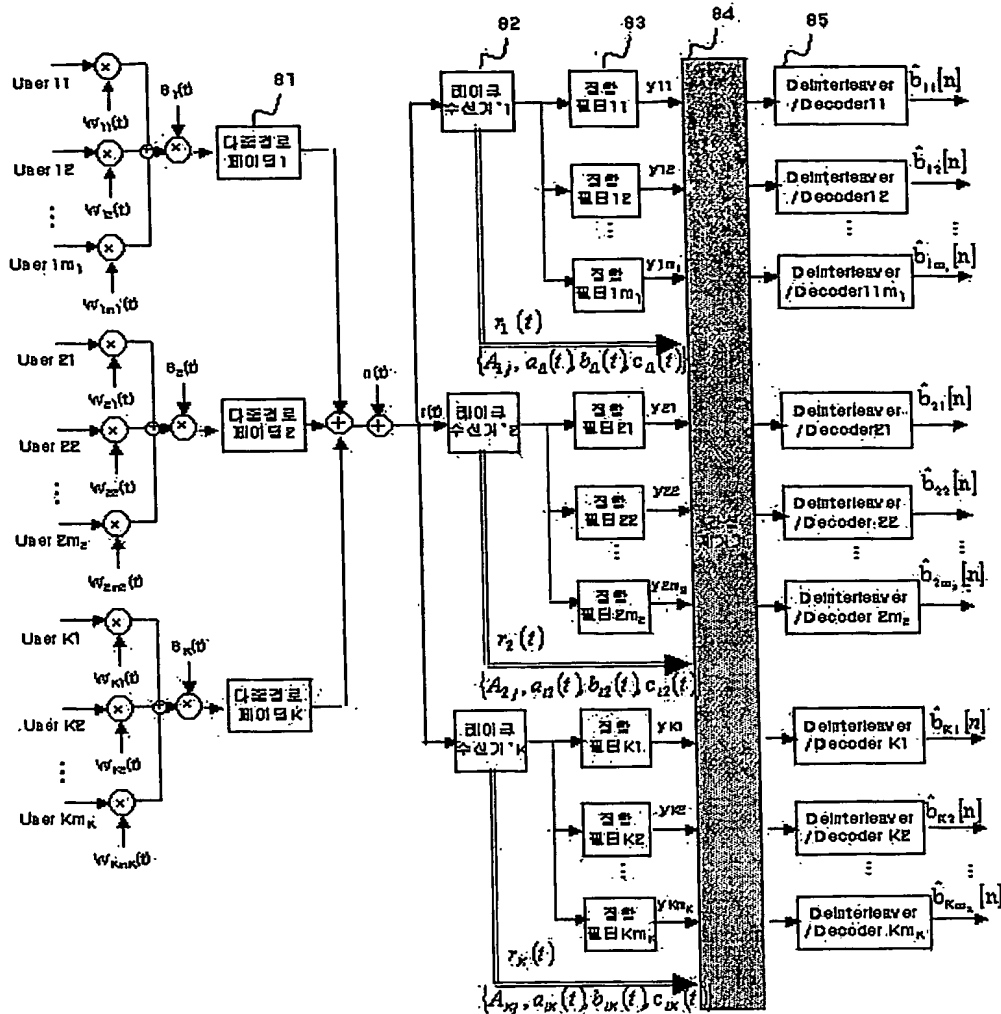
【도 6】



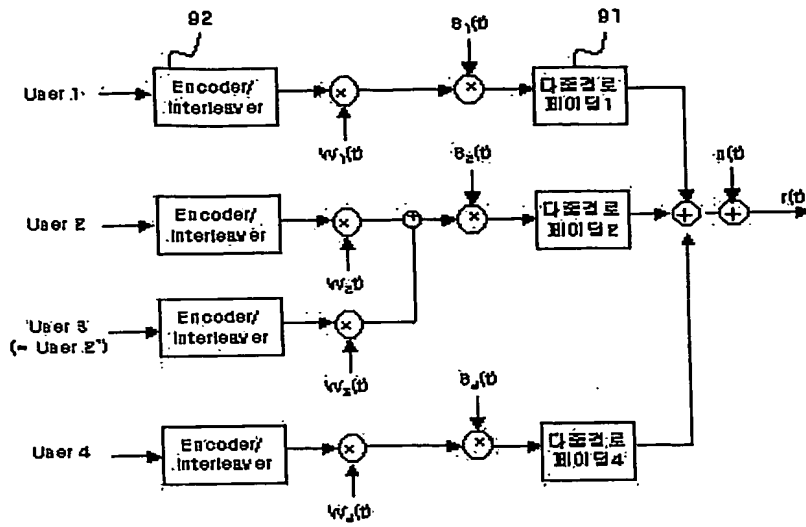
【도 7】



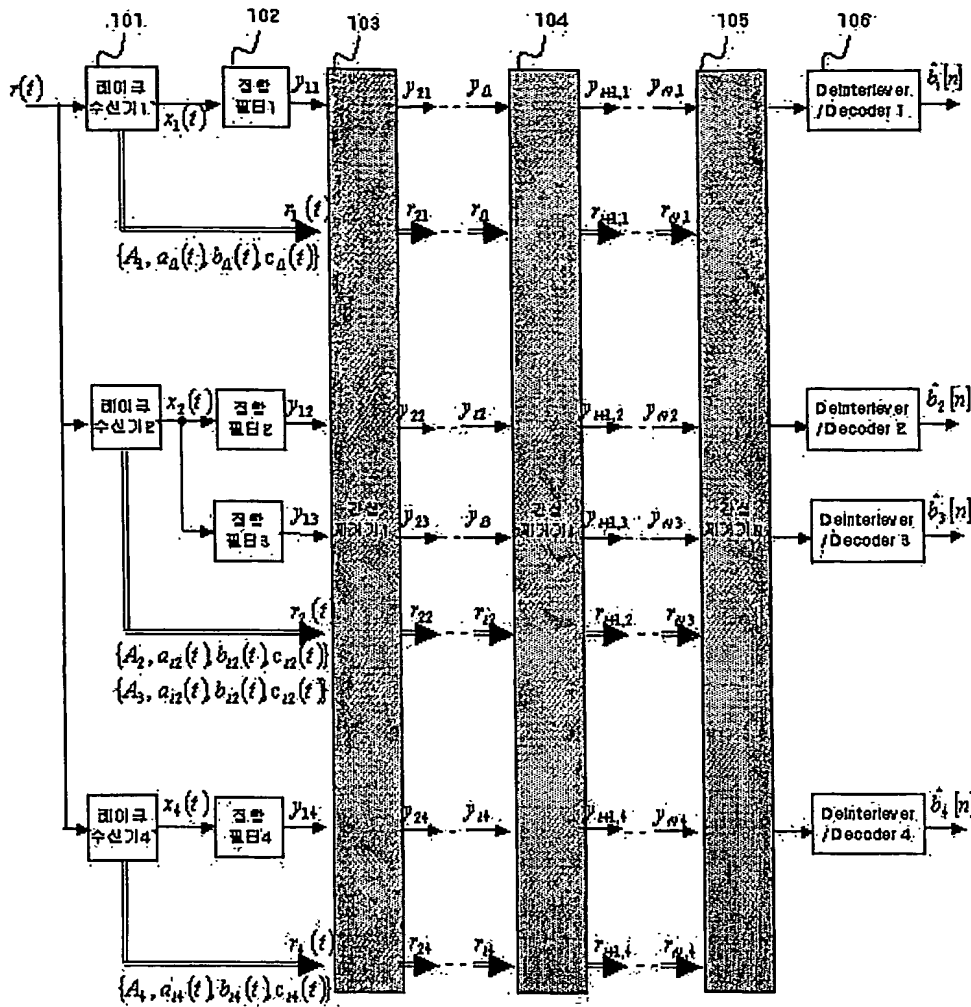
【도 8】



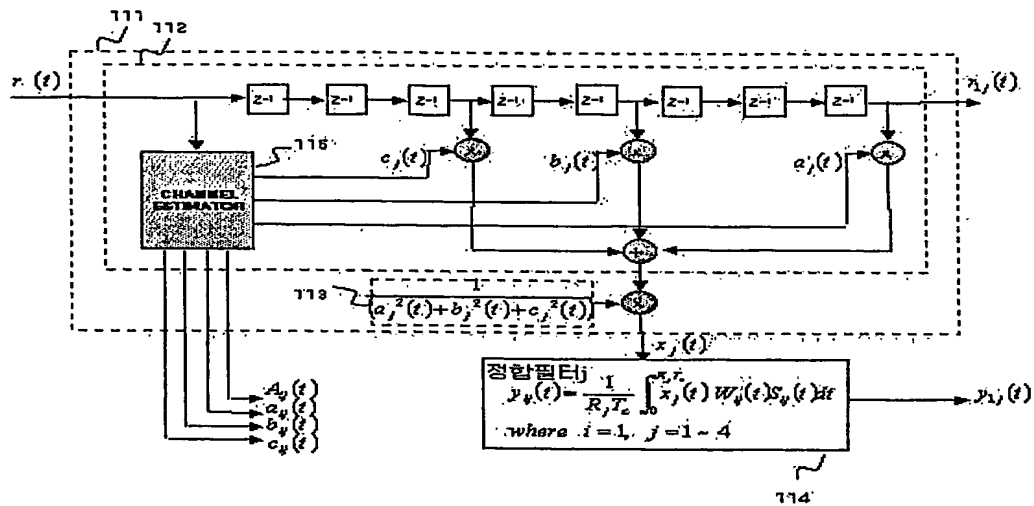
【도 9】



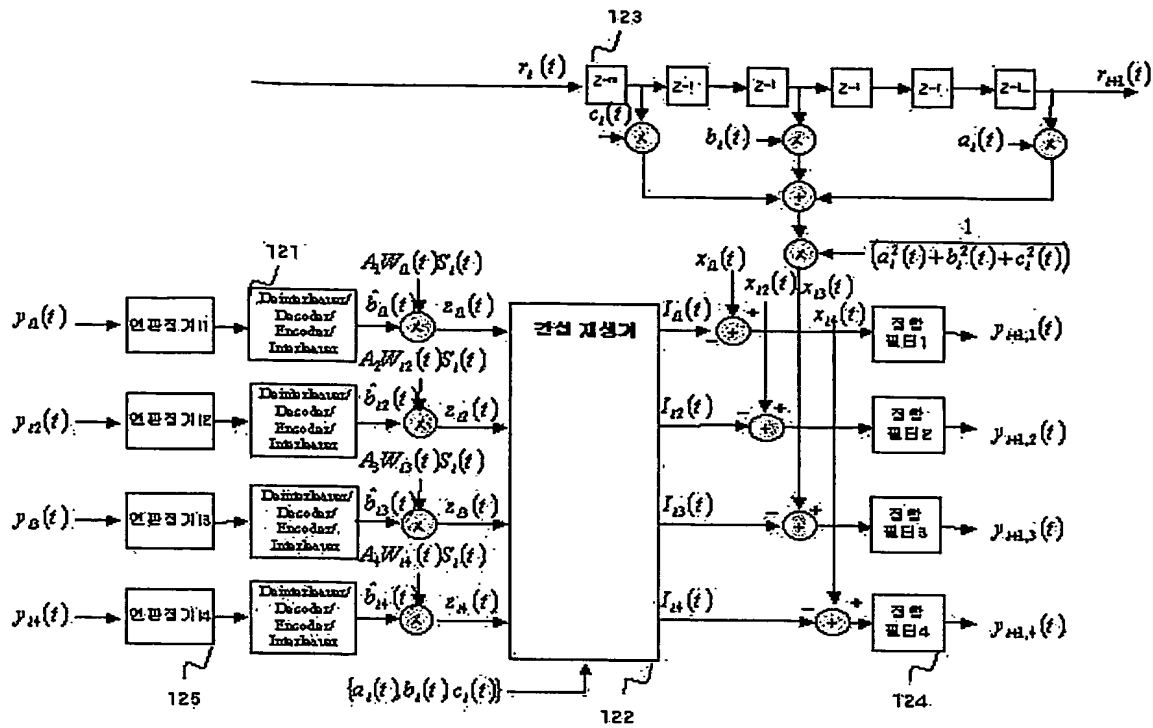
【도 10】



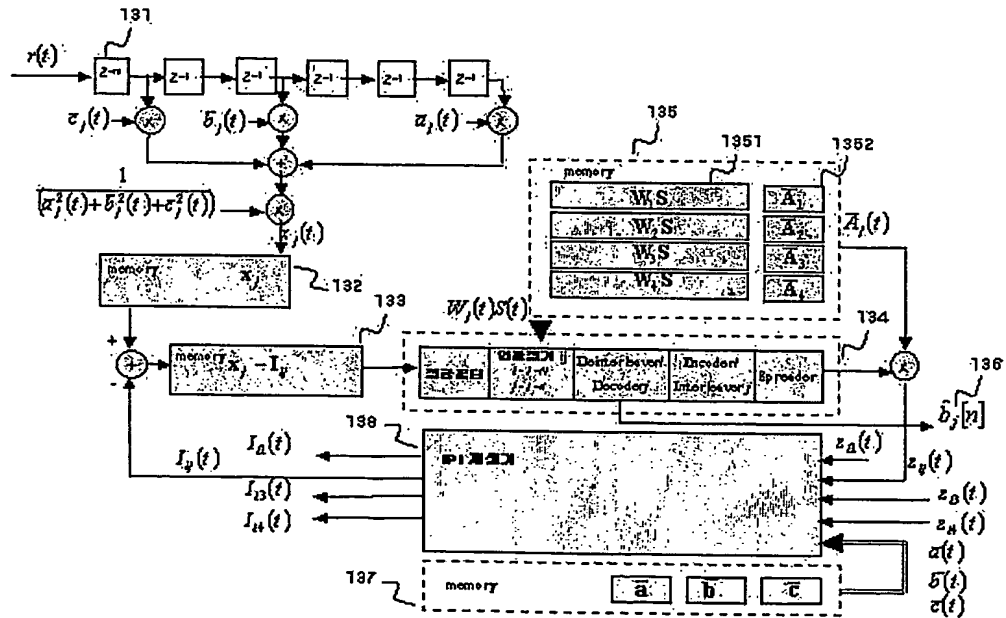
【도 11】



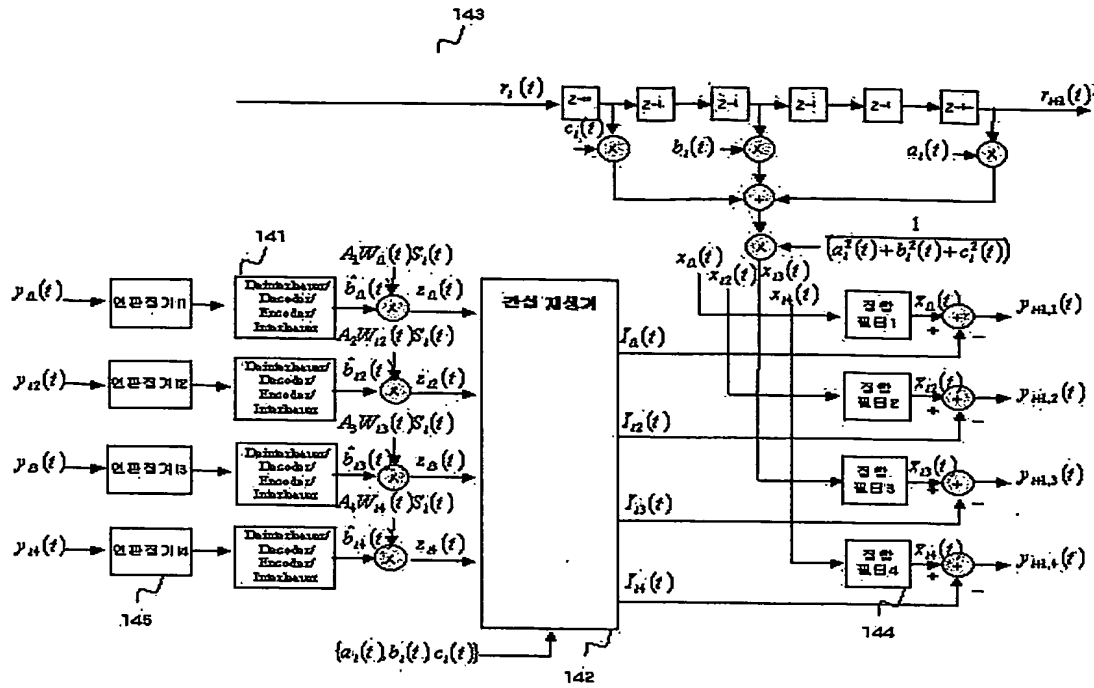
【도 12】



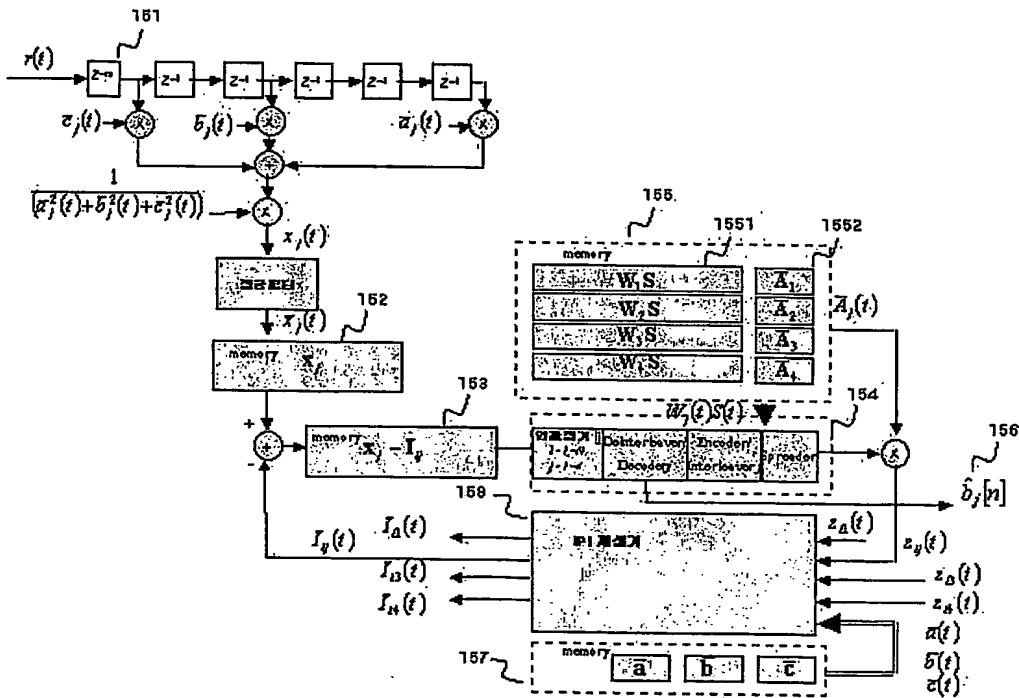
【도 13】



【도 14】



【도 15】



## 【도 16】

For  $j = 1 \sim 4$  and  $i = 1 \sim N$

$$z_i(t) = \sum_{y=1}^4 z_{iy}(t)$$

$$IPI_{ia}(t) = b_i(t - 3T_c)z_i(t - 3T_c) + c_i(t - 5T_c)z_i(t - 5T_c)$$

$$IPI_{ib}(t) = a_i(t + 3T_c)z_i(t + 3T_c) + c_i(t - 2T_c)z_i(t - 2T_c)$$

$$IPI_{ic}(t) = a_i(t + 5T_c)z_i(t + 5T_c) + b_i(t + 2T_c)z_i(t + 2T_c)$$

$$IPS'_y(t) = \Pi \left[ \frac{z_i \left( \frac{(R_j + 3)T_c}{2} \right)}{\left( \frac{(R_j - 3)T_c}{2} \right)} b_i(t - 3T_c) z_y(t - 3T_c) + \right. \\ \Pi \left[ \frac{z_i \left( \frac{(R_j + 5)T_c}{2} \right)}{\left( \frac{(R_j - 5)T_c}{2} \right)} c_i(t - 5T_c) z_y(t - 5T_c) + \right. \\ \Pi \left[ \frac{z_i \left( \frac{(R_j - 3)T_c}{2} \right)}{\left( \frac{(R_j - 3)T_c}{2} \right)} a_i(t + 3T_c) z_y(t + 3T_c) + \right. \\ \Pi \left[ \frac{z_i \left( \frac{(R_j + 2)T_c}{2} \right)}{\left( \frac{(R_j - 2)T_c}{2} \right)} c_i(t - 2T_c) z_y(t - 2T_c) + \right. \\ \Pi \left[ \frac{z_i \left( \frac{(R_j - 5)T_c}{2} \right)}{\left( \frac{(R_j - 5)T_c}{2} \right)} a_i(t + 5T_c) z_y(t + 5T_c) + \right. \\ \left. \left. \Pi \left[ \frac{z_i \left( \frac{(R_j - 2)T_c}{2} \right)}{\left( \frac{(R_j - 2)T_c}{2} \right)} b_i(t + 2T_c) z_y(t + 2T_c) \right] \right] \right] \right] \right]$$

$$IPS_y(t) = IPS'_y(t) / B_i(t) \quad \text{where } B_i(t) = a_i^2(t) + b_i^2(t) + c_i^2(t)$$

## 【도 17】

For  $j=1 \sim 4$  and  $i=1 \sim N$

$$z_i(t) = \sum_{j=1}^4 z_{ij}(t)$$

$$IPI_i(t) = a_i(t) \{ \bar{b}_i(t-3T_c) z_i(t-3T_c) + \bar{c}_i(t-5T_c) z_i(t-5T_c) \} + \\ \bar{b}_i(t) \{ a_i(t+3T_c) z_i(t+3T_c) + \bar{c}_i(t-2T_c) z_i(t-2T_c) \} + \\ \bar{c}_i(t) \{ a_i(t+5T_c) z_i(t+5T_c) + \bar{b}_i(t+2T_c) z_i(t+2T_c) \}$$

$$IPS_y'(t) = \Pi \left( \frac{t - (R_j + 3)T_c}{(R_j - 3)T_c} \right) b_i(t-3T_c) z_y(t-3T_c) + \\ \Pi \left( \frac{t - (R_j + 5)T_c}{(R_j - 5)T_c} \right) c_i(t-5T_c) z_y(t-5T_c) + \\ \Pi \left( \frac{t - (R_j - 3)T_c}{(R_j - 3)T_c} \right) a_i(t+3T_c) z_y(t+3T_c) + \\ \Pi \left( \frac{t - (R_j + 2)T_c}{(R_j - 2)T_c} \right) c_i(t-2T_c) z_y(t-2T_c) + \\ \Pi \left( \frac{t - (R_j - 5)T_c}{(R_j - 5)T_c} \right) a_i(t+5T_c) z_y(t+5T_c) + \\ \Pi \left( \frac{t - (R_j - 2)T_c}{(R_j - 2)T_c} \right) b_i(t+2T_c) z_y(t+2T_c)$$

$$IPS_y(t) = IPS_y'(t) / B_i(t) \text{ where } B_i(t) = a_i^2(t) + b_i^2(t) + c_i^2(t)$$

$$IPI_i(t) = IPI_i'(t) / B_i(t)$$

## 【도 18】

For  $j=1 \sim 4$  and  $i=1 \sim N$

$$x_{ij}(t) = \{ \bar{a}_j(t) \bar{b}_j(t) + \bar{b}_j(t-3T_c) \bar{b}_j(t-3T_c) + \bar{c}_j(t-5T_c) \bar{c}_j(t-5T_c) \}$$

$$MAI_y(t) = \sum_{i=1}^N x_{ij}(t)$$

$$MAI_{ij}(t) = \{ \bar{a}_j(t) MAI_y(t) + \bar{b}_j(t) MAI_y(t+3T_c) + \bar{c}_j(t) MAI_y(t+5T_c) \}$$

$$IPI_y(t) = \Pi \left( \frac{t - \frac{3}{2}T_c}{3T_c} \right) \bar{a}_y(t) \bar{b}_y(t-3T_c) z_y(t-3T_c) + \Pi \left( \frac{t - \frac{5}{2}T_c}{5T_c} \right) \bar{a}_y(t) \bar{b}_y(t-5T_c) z_y(t-5T_c) + \\ \Pi \left( \frac{t - (R_j - \frac{3}{2})T_c}{3T_c} \right) \bar{b}_y(t) \bar{b}_y(t+3T_c) z_y(t+3T_c) + \Pi \left( \frac{t - T_c}{2T_c} \right) \bar{b}_y(t) \bar{b}_y(t-2T_c) z_y(t-2T_c) + \\ \Pi \left( \frac{t - (R_j - \frac{5}{2})T_c}{5T_c} \right) \bar{a}_y(t) \bar{c}_y(t+5T_c) z_y(t+5T_c) + \Pi \left( \frac{t - (R_j - 1)T_c}{2T_c} \right) \bar{b}_y(t) \bar{c}_y(t+2T_c) z_y(t+2T_c)$$

$$I_y(t) = \{ MAI_{ij}(t) + IPI_y(t) \} B_i(t) \text{ where } B_i(t) = \bar{a}_i^2(t) + \bar{b}_i^2(t) + \bar{c}_i^2(t)$$

【도 19】

For  $j = 1 \sim 4$  and  $i = 1 \sim N$ 

$$x_{mj}(t) = (\alpha_j(t)x_j(t) + \delta_j(t-3T_c)x_j(t-3T_c) + \tau_j(t-5T_c)x_j(t-5T_c))$$

$$MAI_j(t) = \sum_{m=1}^M x_{mj}(t)$$

$$MAI_{mj}(t) = (\alpha_j(t)MAI_j(t) + \delta_j(t)MAI_j(t+3T_c) + \tau_j(t)MAI_j(t+5T_c))$$

$$I_j(t) = \Pi\left(\frac{t-3\sqrt{2}T_c}{3T_c}\right)\alpha_j(t)\delta_j(t-3T_c)x_j(t-3T_c) + \Pi\left(\frac{t-5\sqrt{2}T_c}{5T_c}\right)\alpha_j(t)\tau_j(t-5T_c)x_j(t-5T_c) +$$

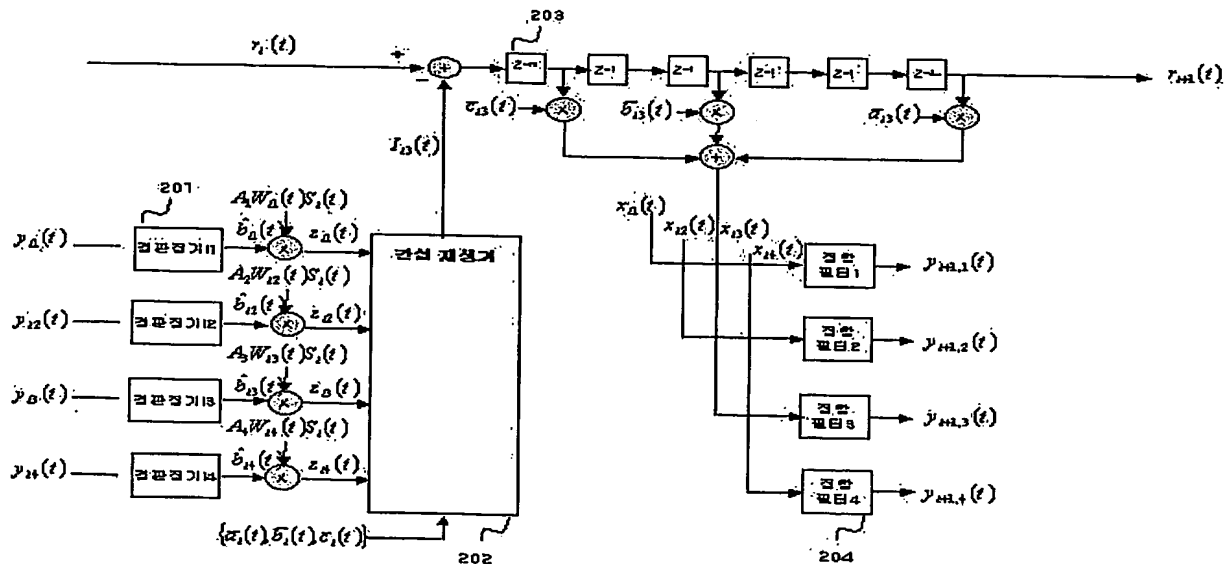
$$\Pi\left(\frac{t-(R_j-\frac{3\sqrt{2}}{2}T_c)}{3T_c}\right)\delta_j(t)x_j(t+3T_c)x_j(t+3T_c) + \Pi\left(\frac{t-T_c}{2T_c}\right)\delta_j(t)x_j(t-2T_c)x_j(t-2T_c) +$$

$$\Pi\left(\frac{t-(R_j-\frac{5\sqrt{2}}{2}T_c)}{5T_c}\right)\tau_j(t)x_j(t+5T_c)x_j(t+5T_c) + \Pi\left(\frac{t-(R_j-1)T_c}{2T_c}\right)\tau_j(t)x_j(t+2T_c)x_j(t+2T_c)$$

$$I_j(t) = (MAI_{mj}(t) + IPI_j(t))/B_i(t), \text{ where } B_i(t) = \alpha_i^2(t) + \delta_i^2(t) + \tau_i^2(t)$$

$$I_j(t) = \frac{1}{R_j T_c} \int_0^{R_j T_c} (MAI_{mj}(t) + IPI_j(t)) / B_i(t) dt$$

【도 20】



【도 21】

For  $j = 1 \sim 4$  and  $i = 1 \sim N$ 

$$z_{oi}(t) = \left( \bar{a}_{ij}(t) z_{ij}(t) + \bar{b}_{ij}(t - 3T_c) z_{ij}(t - 3T_c) + \bar{c}_{ij}(t - 5T_c) z_{ij}(t - 5T_c) \right)$$

$$I_{ij}(t) = \sum_{i=1}^4 z_{oi}(t)$$